

# КОМПЕНСАЦИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ ПРИ ТОЛСТОЛИСТОВОЙ ПРОКАТКЕ

## COMPENSATION OF SURFACE DEFECTS DURING HEAVY PLATE ROLLING

Салганик В.М., Артамонова М.О.

ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск

### Abstract

Modeling of transition of sites of lateral faces of slabs on contact surface is executed. It is established that the difference of temperatures of the top and bottom sides of a piece before layout of width promotes adverse shift of cracks deep into to colder side. Actions for blocking of movement of cracks are developed for improvement of quality of rolled metal products.

В настоящее время толстолистовой прокат является одним из основных видов продукции черной металлургии. Его выпускают в объеме десятков миллионов тонн ежегодно и используют при изготовлении металлических конструкций различного назначения. При производстве проката из микролегированных трубных сталей на станах горячей прокатки возможны потери металла, связанные с пораженностью готовых листов поверхностными дефектами в виде трещин [1].

Происхождение дефектов толстолистого проката обусловлено, в большинстве случаев, переходом участков боковых граней слэбов на поверхности контакта. Если ширина «полосок» перехода велика, то дефекты остаются на кромках обрезанных листов. Кроме того, процесс перехода боковых граней слэбов на поверхности контакта сопровождается образованием продольных трещин, которые также располагаются на поверхности листов на участках, перешедших с боковых граней слэбов [2, 3].

Следовательно, несомненный научный и практический интерес представляет разработка эффективных деформационных режимов, предотвращающих движение трещин от кромок раската.

Прокатка по продольной схеме осуществляется за три периода: протяжка (проход вдоль продольной оси слэба), разбивка ширины, при которой продольная ось слэба перпендикулярна оси прокатки, и дальнейшая прокатка вдоль до заданной толщины листа [4].

При разбивке ширины, когда боковые грани становятся торцевыми гранями раската, в момент захвата происходит переход «полосок» торцевой грани на поверхности контакта. Поэтому исследование процесса разбивки ширины представляет большую значимость.

В работе выполнено моделирование процесса разбивки ширины при прокатке толстых листов по действующей и предложенной технологиям на стане 5000 ОАО «ММК» из трещиностойких марок стали с применением программного комплекса Deform<sup>TM</sup>.

В качестве исходных данных моделирования задавались параметры, соответствующие реальным условиям процесса прокатки: температура нагрева слэба, механические свойства материала слэба, геометрические размеры

слэба, угловая скорость вращения и диаметры рабочих валков, степень деформации за проход, время междеформационных пауз, условия трения, коэффициент теплоемкости, теплопроводности и черноты материала слэба, температура окружающей среды, коэффициент конвекции при обмене с окружающей средой.

К универсальной прокатной клети кварто слэб транспортируется по рольгангу и поступает в клеть примерно через 60 с после выдачи из печи. Далее производится первый проход – протяжка с последующей кантовкой раската на 90°. При прокатке высокие продольные растягивающие напряжения возникают в зонах передней и задней внеконтактной деформации. Поэтому условия деформирования при первой протяжке литого слэба являются благоприятными – растягивающие напряжения действуют вдоль оси слэба. Во время протяжки происходит переход боковых граней на поверхности контакта вследствие вынужденного уширения. При прокатке толстых листов вынужденное уширение не велико и не оказывает существенного влияния на качество листов, следовательно, им можно пренебречь.

При равномерном нагревании слэбов по толщине и симметричной задаче металла в валки переход торцевых граней должен быть одинаковым на верхнюю и нижнюю стороны раската. На практике равномерный нагрев слэба по толщине осуществляется редко. К тому же, за промежуток времени между выдачей слэба из печи и началом разбивки ширины, происходит охлаждение граней слэба, причем из-за взаимодействия с рольгангом нижняя грань охлаждается быстрее. Разница температур верхней и нижней граней раската перед разбивкой ширины может достигать 30°C (рис. 1).

После кантовки раската на 90° при прокатке в поперечных проходах (при разбивке ширины) растягивающие напряжения действуют уже перпендикулярно к продольной оси слэба. В результате могут образовываться трещины и разрывы. Кроме того, огромное влияние на возникновение и развитие поверхностных трещин оказывает температурный градиент по толщине раската и тот факт, что ребра раската охлаждаются быстрее, чем его грани. В работе моделировали продольные трещины на боковой грани (после кантовки она стала передним концом), образовавшиеся близ верхнего и нижнего ребер.

Глубина трещин составляет 2 мм, ширина - 0,5 мм (рис. 1).

Проследим поведение трещин в процессе разбивки ширины при прокатке по действующей технологии.

После второго прохода разбивки ширины происходит выход трещин на поверхности контакта металла с валком, трещины углубляются более чем в 2 раза. После третьего прохода разбивки ширины вследствие влияния градиента температуры по толщине раската трещина на нижней грани находится на расстоянии в 3 раза большем от ребра, чем трещина на верхней грани. В результате четвертого прохода разбивки ширины трещина на нижней грани располагается на расстоянии приблизительно 19 мм от переднего конца, трещина, расположенная на верхней грани, не смещается.

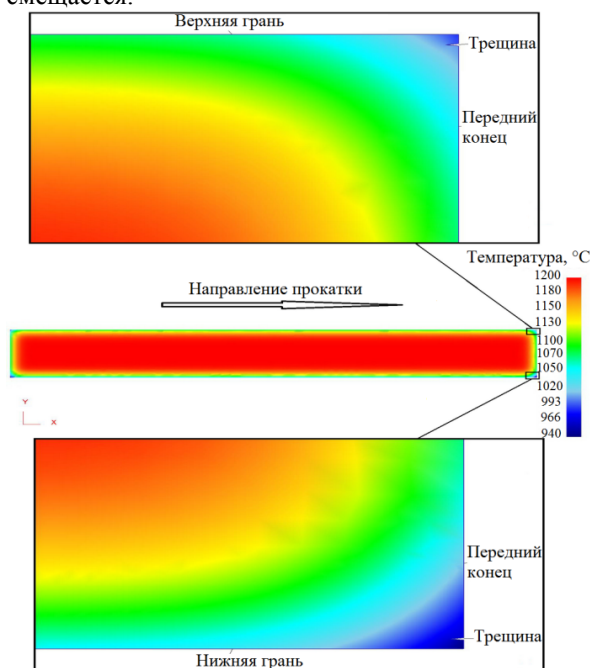


Рис. 1. Распределение температуры по сечению раската и начальное положение трещин

После пятого прохода разбивки ширины, трещина на нижней грани находится на расстоянии более 35 мм от ребра раската, трещина на верхней грани остается на ребре (рис. 2).

В результате разбивки ширины глубина возникших трещин увеличивается примерно в 3 раза, трещины выходят на поверхности контакта металла с валком, смещаются от кромки раската, что требует значительного увеличения объемов боковой обрезки при отделке раската.

Проследим поведение трещин в процессе разбивки ширины при прокатке по предложенной технологии.

Основной причиной возникновения и продвижения дефектов от кромок раскатов является разница температур верхней и нижней граней раската перед разбивкой ширины, которая может достигать 30°C. Следовательно, целью предложенной технологии прокатки является возможность компенсации данного явления.

Компенсация происходит посредством рассогласования скоростей верхнего и нижнего рабочих валков во время прокатки переднего и заднего концов раската при разбивке ширины. Скорость нижнего валка при этом больше.

В первом случае рассогласование скоростей проводили только при прокатке переднего конца. При этом после процесса разбивки ширины образуется двойная бочка (рис.2), что указывает на частичную компенсацию разницы температур верхней и нижней граней. Расстояние от кромки до трещины на нижней грани уменьшается почти в 1,5 раза, расстояние от кромки до трещины на верхней грани значительно увеличивается, при этом расположение трещин на поверхностях контакта становится более симметричным. Можно предположить, что при дальнейшей чистовой прокатке на заданную толщину продольные трещины останутся на таком же расстоянии от кромок, так как при прокатке толстых листов вынужденное уширение не велико и не оказывает существенного влияния на качество листов.

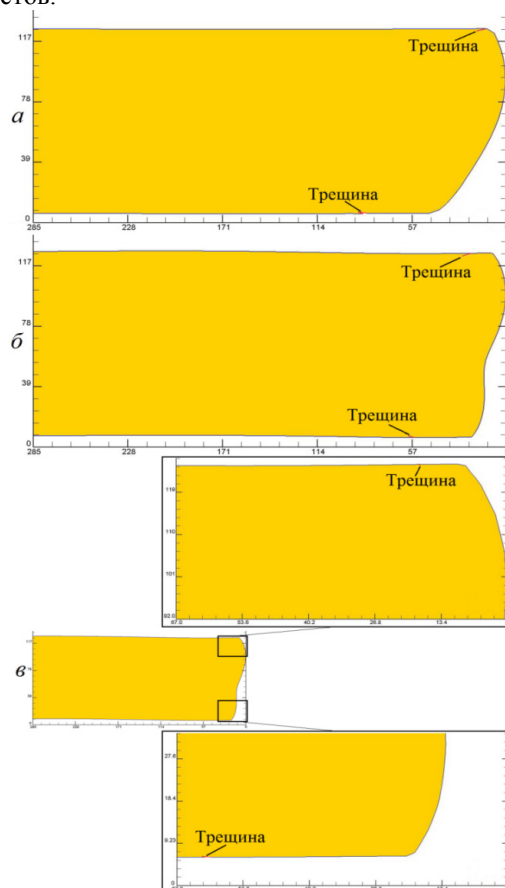


Рис. 2. Положение трещин после разбивки ширины при прокатке по действующей технологии (а), при прокатке по предложенной технологии с рассогласованием скоростей на переднем конце (б) и с рассогласованием скоростей на переднем и заднем концах (в)

Во втором случае рассогласование скоростей проводили при прокатке переднего и заднего концов раската. При этом также происходит образование двойной бочки (рис.2). Расстояние от кромки до трещины на нижней грани

становится почти как в первом случае, расстояние от кромки до трещины на верхней грани – меньше. При этом по сравнению с первым случаем значительно уменьшается глубина трещин, что может исключить необходимость удаления дефектов с боковой обрезаю.

При прокатке с рассогласованием скоростей только на переднем конце возможно снижение боковой обреза при отделке раската на 30%, при прокатке с рассогласованием скоростей на переднем и заднем концах – на 75%.

#### **Выводы**

1. Температурный градиент верхней и нижней граней раската перед разбивкой ширины, достигающая 30°C, способствует наибольшему смещению трещин вглубь более холодной грани, что в значительной степени увеличивает боковую обреза, необходимую для удаления дефекта.

2. Действующая схема прокатки не способна предотвратить развитие и движение трещин, поэтому раскаты нуждаются в дополнительной зачистке трещин, что снижает выход годного.

3. Разработанные мероприятия по блокированию движения трещин позволяют снизить потери металла с обрезаю на 75 %.

#### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Моделирование напряженно-деформированного состояния стальных листов при прокатке с учетом наличия и развития поверхностных трещин / В.М. Салганик, А.М. Песин, Д.Н. Чикишев и др. // Инновационные технологии обработки металлов давлением: Сб. докл. междунар. науч.-техн. конф. Москва, 18-20 октября, 2011 г. М.: Изд. Дом МИСиС, 2011, с. 255-264.
2. Сафьян М.М., Чернер М.И. Исследование закономерностей перехода боковых граней слябов на поверхности контакта при прокатке толстых листов // Обработка металлов давлением: Сб. науч. тр. М.: Металлургия, 1967. Вып. 53. с. 185-194.
3. Шабалов И.П., Шафигин З.К., Муратов А.Н. Ресурсосберегающие технологии производства толстолистового проката с повышенными потребительскими свойствами. – М.: «Металлургиздат», 2007, с. 88-107.
4. Салганик В.М., Пустовойтов Д.О., Артамонова М.О. Влияние температурного градиента по толщине раската на возникновение, развитие и движение трещин при прокатке толстых листов // Сборник трудов международной заочной научно-практической конференции «Наука и техника в современном мире». Часть 2. (г. Новосибирск, 21 февраля 2012 г.). Изд. «Сибирская ассоциация консультантов», 2012, с. 46-52.